

#2
L Tyson
12-18-01 PATENT

No.
W085

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Masaru KOGURE et al.
Serial No. : To Be Assigned Group Art Unit: To Be Assigned
Filed : July 12, 2001 Examiner: To Be Assigned
For : VEHICLE FRONT-VIEW MONITORING SYSTEM

JC997 U.S. PTO
09/902768
07/12/01

CLAIM FOR FOREIGN PRIORITY

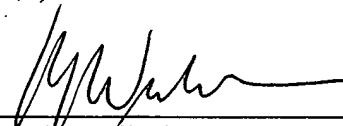
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of Japanese application No. 2000-212064 filed in Japan on July 12, 2000, relating to the above-identified United States patent application.

In support of Applicants' claim for priority, a certified copy of said Japanese application is attached hereto.

Respectfully submitted,
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP

By: 
Robert G. Weilacher, Reg. No. 20,531
1850 M Street, N.W., Suite 800
Washington, D.C. 20036
Telephone: (202) 659-2811
Facsimile: (202) 263-4329

July 12, 2001

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JPO
09902768
07/12/01


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 7月12日

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出願番号
Application Number:

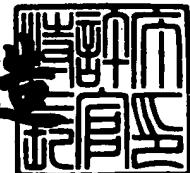
特願2000-212064

出願人
Applicant(s):

富士重工業株式会社

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



2001年 5月31日

出証番号 出証特2001-3050833

【書類名】 特許願

【整理番号】 RG990199

【提出日】 平成12年 7月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01C 3/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都三鷹市大沢三丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

【氏名】 小暮 勝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都三鷹市大沢三丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

【氏名】 樋渡 穣

【特許出願人】

【識別番号】 000005348

【氏名又は名称】 富士重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101982

【弁理士】

【氏名又は名称】 久米川 正光

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 060635

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9813871

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フェールセーフ機能を有する車外監視装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、

撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、

フェールセーフの解除条件として、フェールセーフの介入条件に関するパラメータ群とは異なるパラメータを用いることを特徴とするフェールセーフ機能を有する車外監視装置。

【請求項2】

前記介入条件は、少なくとも輝度和特性値をシャッタースピードで正規化した値と、輝度エッジに関連数データ数とをパラメータとしており、

前記解除条件は、少なくともシャッタースピードと輝度和特性値とをパラメータとすることを特徴とする請求項1に記載されたフェールセーフ機能を有する車外監視装置。

【請求項3】

撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、

撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、

前記介入条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータと、前記解除条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータとは別個のパラメータであることを特徴とするフェールセーフ機能を有する車外監視装置。

【請求項4】

前記介入条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータは、輝度和分散値または輝度和最大値をシャッタースピードで正規化した値であり、

前記解除条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータは、輝度和分散値で

あることを特徴とする請求項3に記載されたフェールセーフ機能を有する車外監視装置。

【請求項5】

撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、

撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、

所定期間を白線認識の信頼度に応じて可変に設定することを特徴とするフェールセーフ機能を有する車外監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弱逆光等の光の影響により、撮像された画像に異常が生じた場合に、フェールセーフを行う車外監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、CCD等の固体撮像素子を内蔵した車載カメラを用いた車外監視装置が注目されている。この装置は、車載カメラにより撮像された画像に基づいて、走行環境（例えば、自車両から先行車までの距離等）を認識し、必要に応じて、ドライバーに注意を喚起したり、シフトダウン等の車両制御を行う。例えば、ステレオ法による距離計測技術を用いて走行状況の認識を行う場合、一対の撮像画像におけるある対象物の位置的な差（視差）を求め、三角測量の原理を用いて、先行車までの距離（距離情報）を算出する。

【0003】

このような車外監視装置を実用化するにあたっては、監視装置の安全動作を保証するために、フェールセーフ機能を設ける必要がある。この類の装置で検出すべきフェールの一つとして、太陽から車載カメラに直接弱い光が射しこみ、先行車が認識不能になるような撮像状況（弱逆光状況）が挙げられる。

【0004】

例えば、図14に示すような車両前方の撮像画像について考える。弱逆光状況においては、図15に示すように、輝度が飽和したリング状の領域（以下、「逆光円」という）が、撮像画像の一部（同図左側）に発生する。このような逆光円が画像中に生じると、その画像領域およびその付近における画素の輝度が飽和レベルに達してしまうため、正しい画像情報を得ることができなくなってしまう。その結果、その領域内に先行車等が存在していたとしても、それが逆光円によりマスクされてしまうため、正常な車外監視が困難になる。さらに、逆光円のエッジ（境界部分）は、水平方向の隣接画素間の輝度変化が大きいので、そのエッジ部において誤った距離情報が算出されてしまうことがある。

【0005】

図16は、図14のような画像を有するステレオ画像（基準画像と比較画像）から得られる距離情報を示した図である。同図において、黒点で示した部分は、画像の水平方向において互いに隣接した画素間の輝度変化が大きい部分であり、この部分が距離情報（奥行き）を有している。逆光円が発生したエリア内は、大半の画素の輝度が飽和レベルに達しているため、算出されるべき距離データが算出されない（ロスト状態）。また、逆光円のエッジ部分では、水平方向の輝度変化が大きいため、誤った距離データが算出されてしまう。車外監視装置の安全性を高い次元で確保するという観点でいえば、弱逆光により正しい距離画像が得られないような状況では、監視制御を一時的に中断させるフェールセーフを行う必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来、車外監視装置の実用化において不可欠なフェールセーフ機能が確立されておらず、車外監視の信頼性を高い次元で確保するための課題が残されていた。

【0007】

そこで、本発明の目的は、弱逆光等の光の影響により、撮像画像に異常が生じた場合に、そのような画像異常を正確に検出することにより、確実なフェールセーフを行い得る車外監視装置を提供することである。

【0008】

また、本発明の別の目的は、フェールセーフに関するハンチングを防止して、適切なフェールセーフを行うことである。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

かかる課題を解決するために、第1の発明は、撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、フェールセーフの解除条件として、フェールセーフの介入条件に関するパラメータ群とは異なるパラメータを用いることを特徴とするフェールセーフ機能を有する車外監視装置を提供する。

【0010】

ここで、第1の発明において、フェールセーフの介入条件は、少なくとも輝度和特性値をシャッタースピードで正規化した値と、輝度エッジに関連数データ数とをパラメータとしており、フェールセーフの解除条件は、少なくともシャッタースピードと輝度和特性値とをパラメータとすることが好ましい。

【0011】

第2の発明は、撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、フェールセーフの介入条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータと、フェールセーフの解除条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータとは別個のパラメータであるフェールセーフ機能を有する車外監視装置を提供する。

【0012】

ここで、第2の発明において、フェールセーフの介入条件に含まれる輝度分布特性に関するパラメータは、輝度和分散値または輝度和最大値をシャッタースピードで正規化した値であり、フェールセーフの解除条件に含まれる輝度分布特性

に関するパラメータは、輝度和分散値であることが好ましい。

【0013】

第3の発明は、撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除し、所定期間を白線認識の信頼度に応じて可変に設定するフェールセーフ機能を有する車外監視装置を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1は、本実施形態に係る車外監視装置のブロック図である。CCD等のイメージセンサを内蔵した一対のカメラ1，2は、自動車等の車両の車幅方向において所定の間隔（カメラ基線長に相当）で取り付けられており、車両前方の景色を撮像する。メインカメラ1（右カメラ）は、ステレオ処理を行う際に必要な基準画像を撮像し、サブカメラ2（左カメラ）は、比較画像を撮像する。一対のカメラ1，2が互いに同期している状態において、カメラ1，2から出力された各アナログ画像は、A/Dコンバータ3，4により、所定の輝度階調（例えば、256階調のグレースケール）に変換される。このようにしてデジタル化された画像は、画像補正部5により、輝度の補正や画像の幾何学的な変換等が行われる。通常、一対のカメラ1，2の取付位置は、程度の差こそあれ誤差が存在するため、それに起因したずれが左右の画像に存在している。このずれを補正するために、アフィン変換等を用いて、画像の回転や平行移動等の幾何学的な変換が行われる。画像補正部5において補正された1フレーム相当のステレオ画像（基準画像と比較画像）の輝度データは、元画像メモリ8に格納される。

【0015】

ステレオ画像処理部6は、画像補正部5において補正された輝度データに基づき、距離データ（対象物毎の視差）を算出する。この距離データは、ステレオ画像における同一対象物の位置的なずれ（視差）に相当し、その対象物までの実際の距離は、三角測量の原理を用いて視差から一意に特定される。このようにして算出された1フレーム相当の距離データが距離データメモリ7に格納される。

【0016】

マイクロコンピュータ9での処理を機能的に捉えた場合、マイクロコンピュータ9は、道路認識部10、立体物認識部11、フェール判定部12、および処理部13を有する。元画像メモリ8および距離データメモリ7に格納された各データに基づき、道路認識部10は、自車両前方の道路形状を認識し、立体物認識部11は、自車両前方の立体物（走行車）を認識する。そして、処理部13は、これらの認識部10、11からの情報に基づき、ドライバーへの警報が必要と判断する場合、表示装置やスピーカー等の警報装置19を介してドライバーに対して注意を促す。また、処理部13は、必要に応じて、各種制御部14～18を制御する。例えば、AT（自動変速機）制御部14に対して、シフトダウンの実行を指示したり、エンジン制御部18に対して、エンジンの出力低下を指示する。また、アンチロックブレーキシステム（A B S）制御部15、トラクションコントロールシステム（T C S）制御部16、或いは、各車輪のトルク配分や回転数を制御する車両挙動制御部17に対して、適切な車両制御を指示してもよい。

【0017】

さらに、フェール判定部12は、元画像メモリ8に格納された輝度データと距離データメモリ7に格納された距離データとに基づいて、弱逆光状況の検出とフェール判定とを行う。フェールと判定されている間、すなわち、後述するフェールフラグNGが「1」の間は、監視精度の低下に伴う誤動作等を防ぐために、車両制御や警報制御が一時的に中断される（フェールセーフ）。

【0018】

図2および図3は、弱逆光判定ルーチンのフローチャートである。フェール判定部12は、このルーチンは所定間隔（例えば100ms毎のサイクル）で繰り返し実行する。このルーチンの具体的な処理の流れを説明する前に、フェールセーフの介入条件について説明する。ステップ1からステップ6までに規定された各条件は、本実施形態におけるフェールセーフの介入条件である。この介入条件を具備する場合は、撮像画像中に弱逆光が生じていると判断し、ステップ12以降の手順に進む。一方、いずれかのステップにおいて否定判定された場合は、フェールセーフ介入すべき撮像状況ではないと判断し、ステップ7以降の手順に進む。

【0019】

後述する説明から分かるように、フェール判定部12は、「介入条件」および「解除条件」を判定し、判定結果に応じてカウンタを適宜インクリメント／デクリメントする。ここで、「介入条件」は、フェールセーフを行うべき弱逆光状況になったか否かの判定条件に相当し、この条件を具備する場合にカウンタのインクリメントが開始される。フェールセーフは、「介入条件」を具備するだけでは実行されず、カウンタの値が所定値に到達した時点で実行される。また、「解除条件」は、カウンタのインクリメントを中断するか否かの判定条件に相当する。さらに、本実施形態においては、「介入条件」を具備することにより開始されたカウンタのインクリメントは、「介入条件」を具備しない撮像状況に変わったとしても「解除条件」を具備しない限り継続されるようにしている。

【0020】

なお、本実施形態では、フェールセーフの介入条件の一例として、以下の6つの判定条件を挙げているが、これらの一つ以上を適宜組み合わせて介入条件を規定してもよく、それ以外の条件を追加してもよい。

【0021】

〔第1の判定条件〕先行車が認識されていないこと、すなわち、先行車との車間距離が算出されていないこと（ステップ1）

本実施形態に係るフェールセーフの目的は、本来存在するはずの先行車をロストしてしまうような逆光状況においてフェールセーフを行うことである。したがって、逆光円が生じても先行車が認識されている状況では、フェールセーフを行う必要はない。そこで、先行車が認識されていないことをフェールセーフ介入の前提条件としている。ただし、自車両前方に先行車が存在しない走行状況であってもこの判定条件を具備する。そこで、ステップ1の条件を具備する場合には、弱逆光状況にあるか否かをさらに判定するためにステップ2に進む。

【0022】

ここで、ステップ1での判定対象となる車間距離は、ステレオ法による距離計測技術と画像認識技術とを併用することにより算出される。概略的に説明すると、まず、自車両前方の道路の三次元的な形状を示す車線モデルを算出する。撮像

画像に映し出された左右の車線（白線）は、道路面の輝度よりも高輝度で、かつ、道路面との境界において輝度エッジを有する領域として抽出される。このようにして抽出された車線に関する視差を、例えば 4×4 画素の画素ブロック単位で算出する。車線が映し出されている一画素ブロックに関して、撮像画像中の二次元的な位置と視差とが特定できれば、周知の座標変換式より、その車線部分の三次元的な位置（距離を含む）を算出することができる。つぎに、算出された車線の三次元的な分布を所定の区間（セグメント）毎に直線で近似し、各直線を折れ線状に連結することにより、車線モデルが算出される。自車輛前方の先行車は、左右の車線モデルで挟まれた領域（すなわち道路面）上に存在する立体物として認識され、その車間距離は、その立体物の視差より算出される。なお、以上の点に関する詳細については、本出願人の先願である特願平11-269578号（道路認識手法について開示）または特開平5-265547号公報（先行車認識手法について開示）を参照されたい。

【0023】

[第2の判定条件] シャッタースピードaが判定値以下であること（ステップ2）

先行車をロストするような逆光状況においては、通常状況よりもシャッタースピードが速くなる傾向がある。このような特性に鑑み、適正な判定値（例えば、 $2000[\mu\text{sec}]$ ）を予め設定しておき、シャッタースピードaがこの判定値以下になることをフェールセーフ介入の条件としている。ただし、真夏等のように日差しが強い走行状況では、通常の状況でもシャッタースピードが著しく速くなることがある（例えば $200[\mu\text{sec}]$ 以下）。そこで、ステップ1およびステップ2の判定条件を具備する場合には、弱逆光状況にあるか否かをさらに判定するためにステップ3に進む。

【0024】

[第3の判定条件] 上部輝度飽和率L R1が下部輝度飽和率L R2よりも大きいこと（ステップ3）

先行車をロストするような逆光状況では、画像上部に逆光円が発生するため、画像上部の一部が輝度飽和状態となる傾向がある。そこで、図4に示すように、

基準画像の上方および下方に上部エリア、下部エリアをそれぞれ設定し、上部輝度飽和率LR1が下部輝度飽和率LR2よりも大きいことをフェールセーフ介入の条件としている。ここで、輝度飽和率LR1, LR2は、そのエリア内のトータル画素数に対して、輝度飽和状態（例えば輝度値が240以上）に達した画素数が占める割合をいう。ただし、晴天時や陸橋上等のように遮蔽物が存在しない走行状況では、逆光円が生じていないにも拘わらず、この条件を具備してしまうことがある。そこで、ステップ1からステップ3までの判定条件を具備する場合には、弱逆光状況にあるか否かをさらに判定するためにステップ4に進む。

【0025】

なお、輝度飽和率LR1, LR2の値は走行状況によって大きく変動する傾向があり、通常走行時においても、下部輝度飽和率LR2はほぼ0になることが多い。このような理由により、本実施形態では、各輝度飽和率LR1, LR2に関する判定値は設定しない。

【0026】

[第4の判定条件] 先行車エリアの輝度エッジ数ENが判定値よりも小さいこと
(ステップ4)

先行車をロストするような逆光状況では、逆光円が存在する画像領域の輝度エッジ数ENが著しく低下する傾向がある。ここで、輝度エッジ数ENとは、画像の水平方向における隣接画素対の輝度変化量が所定値以上のものの数をいう。本実施形態では、図5に示すように、基準画像の上部中央部分（走行時に先行車が映し出されるであろう画像領域）に先行車エリアを設定し、このエリア内の輝度エッジ数ENが適切に設定された判定値よりも小さいことをフェールセーフ介入の条件としている。ただし、夜間、トンネル、霧、煙、雪道等の走行時には、この条件を具備してしまうことがある。そこで、ステップ1からステップ4までの判定条件を具備する場合には、弱逆光状況にあるか否かをさらに判定するためにステップ5に進む。

【0027】

なお、輝度エッジ数ENの代わりに、先行車エリア内の距離データの算出数を用いてもよい。ステレオマッチングの特性上、輝度エッジ数と距離データの算出

数との間には大きな相関があり、基本的に、輝度エッジ数が多いほど、算出される距離データ数も多くなるからである。

【0028】

[第5の判定条件] シャッタースピードaにより正規化された輝度分布特性パラメータが判定条件を具備すること（ステップ5）

まず、図6に示すように、画像の水平方向に配列された複数の縦短冊状の監視エリア*Ni*を基準画像の上部に設定する。画像の上部に監視エリア*Ni*を設定した理由は、弱逆光時における輝度状態の特徴は画像上部に強く出現するからである。この監視エリア*Ni*は、撮像画像の水平方向における輝度分布特性を評価するために設けられたものである。一例として、基準画像のサイズが縦200画素で横512画素である場合、基準画像を水平方向に16画素ずつ分割していく。これにより、 200×16 画素サイズの監視エリア*Ni*が32個設定される。

【0029】

つぎに、監視エリア*Ni*毎に輝度和*Ai*が算出される。ある監視エリア*Ni*における輝度和*Ai*は、その監視エリア*Ni*内において均一に分布するサンプル画素の輝度を加算した値（加算値の平均値であってもよい）として算出することができる。一例として、水平／垂直方向ともに4画素ごとにサンプルを抽出し、各サンプルの輝度を加算した値を輝度和*Ai*とする。監視エリア*Ni*内において均一に分布するようなサンプルを用いれば、その監視エリア*Ni*の全体的な輝度状態を、少ない演算量で適切に算出することができる。なお、演算量を考慮しないのであれば、監視エリア*Ni*内に含まれる全画素を演算対象として輝度和*Ai*を算出してよい。このようにして算出された32個の輝度和*Ai*の分布特性は、画像の水平方向（横方向）の分布特性に相当する。

【0030】

そして、輝度和*Ai*に関する輝度分布特性を示すパラメータ（輝度分布特性値）をシャッタースピード*a*で正規化する。この輝度分布特性値として、例えば、輝度和*Ai*のばらつきの程度を示す輝度和分散*VAR*を用いる場合、シャッタースピード*a*により正規化された輝度和分散*VAR'*（以下、「正規化輝度和分散」という）は下式に基づき算出される。ここで、*a*はシャッタースピード、*n*は

監視エリア A_i の数 ($n = 32$)、そして A_{ave} は輝度和 A_i の平均値である。

【数1】

$$V A R' = V A R / a$$

$$V A R^2 = \{ (A_1 - A_{ave})^2 + (A_2 - A_{ave})^2 + \cdots + (A_n - A_{ave})^2 \} / n = \sum (A_i^2) / n - (\sum A_i / n)^2$$

【0031】

輝度分布特性パラメータとして正規化輝度和分散 $V A R'$ を用いる場合、正規化輝度和分散 $V A R'$ が適切に設定された判定値よりも大きいことがフェールセーフ介入の条件となる。

【0032】

また、輝度分布特性パラメータとして、輝度和 A_i の最大値（ピーク）を示す輝度和最大値 A_{max} を用いてもよい。この場合、シャッタースピード a により正規化された輝度和最大値 A_{max}' ($= A_{max} / a$)（以下、「正規化輝度和最大値」という）が適切に設定された判定値よりも大きいことがフェールセーフ介入の条件となる。なお、正規化輝度和分散 $V A R'$ が判定値より大きく、かつ、正規化輝度和最大値 A_{max}' も判定値より大きいことをフェールセーフ介入の条件としてもよい。

【0033】

正規化輝度和分散 $V A R'$ および正規化輝度和最大値 A_{max}' が弱逆光判定に有効な理由を、図7および図8を参照して説明する。図7は、正規化されていない輝度分布特性パラメータ（輝度和分散 $V A R$ 、輝度和最大値 A_{max} ）の計測特性図である。この特性は、実際の走行実験により得られた計測結果である。計測開始後、約300秒から約340秒までが弱逆光状況である。輝度和最大値 A_{max} に関する計測結果から分かるように、大半の時間において輝度和最大値 A_{max} が一定の範囲内に収まっているため、この計測結果を見る限り、弱逆光に関する顕著な傾向を見出すことは困難である。一方、輝度和分散 $V A R$ について見た場合、計測開始後270秒付近において特徴的なピークが発生しているが、このピークは弱逆光とは無関係に生じたものである。したがって、この輝度和分散 $V A R$ の計測結果を見る限り、弱逆光時における顕著な傾向を見出すことは困難である。

【0034】

これに対して、図8は、シャッタースピードaで正規化した輝度分布特性パラメータ（正規化輝度和分散VAR'、正規化輝度和最大値Amax'）の特性図である。この特性より、弱逆光状況では、正規化輝度和最大値Amax'および正規化輝度分散VAR'の値が著しく増大するという顕著な傾向を見出すことができる。このことから、これらのパラメータVAR'、Amax'が弱逆光状態の検出に有効なことが分かる。

【0035】

以上のような理由により、輝度分布特性パラメータAmax、VARがシャッタースピードaの関数であることを考慮して、これをシャッタースピードaで正規化したパラメータAmax'、VAR'を弱逆光判定の判定パラメータとして用いる。そして、パラメータAmax'、VAR'が判定値よりも大きくなることをフェールセーフ介入の条件とすれば、フェールセーフ介入に関する判定精度の一層の向上を図ることができる。ただし、晴天時の昼間等では、シャッタースピードは総じて速くなる傾向があるため、ステップ1からステップ5までの判定条件を具備する場合には、弱逆光状況にあるか否かをさらに判定するためにステップ6に進む。

【0036】

[第6の判定条件] 輝度モーメントを輝度総和で割った値が判定値以下であること（ステップ6）

このステップ6では、図6に示した監視エリアNi毎の輝度和Aiの分布状態が、ステップ5とは別の観点より評価される。図9は、通常状況における輝度和Aiの分布特性図である。ここで、同図(a)は、高速道路の入り口のように、画像上部全体に空が映し出されているような走行状況における分布特性の一例を示している。また、同図(b)は、画像中央に積雪していない道路面が映し出されており、かつ、それ以外の地表部分が積雪している走行状況における分布特性の一例を示したものである。これに対して、図10は、弱逆光状況における輝度和Aiの分布特性図である。弱逆光状況では、高輝度部分が画像の水平方向における一ヵ所（逆光円に相当する部分）に集中する傾向がある。同図(a)は、その

のような高輝度部分が中央に存在する場合の分布特性を示しており、同図（b）は、それが右側に存在する場合の分布特性を示している。

【0037】

このステップ6では、図9に示した分布特性を示す正常状況と図10に示した分布特性を有する弱逆光状況とを区別することが目的である。そのために、下式で表される「輝度重心LC」、「輝度モーメントLM」という概念を導入する。ステップ5の場合と同様に、 i は画像左端を基準とした監視エリアNiの番号（0～31）であり、Aiはi番目の監視エリアNiの輝度和Aiである。

【数2】

$$LC = \sum (i \times Ai) / \sum Ai$$

$$LM = \sum (|i - LC| \times Ai)$$

【0038】

ここで、「輝度重心」とは、水平方向の各輝度和Aiが一点に集中したと考えた場合におけるその点の水平位置をいい、輝度和Aiと水平位置iとの積の総和を輝度和Aiの総和で割った値である。例えば、図11（a）に示すように、すべての輝度和Aiが同じ値である場合、輝度重心LCは0から31の中間である15.5となる。また、同図（b）に示すように、A0からA15が0で、A16からA31が一定値（≠0）である場合、輝度重心LCは23.5となる。

【0039】

また、「輝度モーメント」とは、輝度重心LCから水平位置iまでの距離に輝度和Aiを乗じた値の総和をいい、輝度重心LCを基準とした水平方向の輝度和Aiの分布状態を示す。輝度和Aiが全体的に小さい場合、または、輝度重心LC近傍に輝度が集中している場合に、輝度モーメントLMは小さな値となる。

【0040】

そして、下式に示すように、輝度モーメントLCを輝度総和 $\sum Ai$ で割った値、すなわち、輝度総和 $\sum Ai$ により正規化された輝度モーメントLM'（以下、「正規化輝度モーメント」という）を算出する。

【数3】

$$LM' = LM / \sum Ai$$

$$= \sum (|i - LC| \times Ai) / \sum Ai$$

【0041】

図11(a)のような分布特性を有する通常走行時には、輝度が水平方向に全体的に分布しているので、輝度モーメントLMは大きくなる傾向がある。逆に、図11(c)のような分布特性を有する逆光時には、輝度が輝度重心LC付近に集中する傾向があるため、輝度モーメントLMは小さくなる傾向がある。しかしながら、逆光時であっても、画像全体が明るい場合には輝度モーメントLMが大きくなるため、通常走行時との区別が困難な場合がある。そこで、輝度モーメントLMを輝度和Aiの総和で割ることにより、輝度の分布状態のみに依存した正規化輝度モーメントLM'を用いる。図9および図10のケースについて考えると、正規化輝度モーメントLM'は、図9の分布特性では大きくなる傾向があり、図10の分布特性では小さくなる傾向がある。そこで、正規化輝度モーメントLM'を適切に設定された判定値と比較することにより、図10の特性を示す弱逆光状況を検出することができる。

【0042】

なお、下式で示すように、上記の数式3を変形して、輝度和Aiの重みを大きくして輝度和Aiの分布状態を評価してもよい。

【数4】

$$LM' = \sum (|i - LC| \times Ai^2) / \sum Ai$$

$$LC = \sum (i \times Ai^2) / \sum Ai$$

【0043】

図2に示したステップ1からステップ6までに規定されたすべての条件を具備する場合、すなわち、フェールセーフの介入条件を具備する場合には、弱逆光状況であると判断され、カウントフラグFcntが「1」にセットされる(ステップ12)。カウントフラグFcntは、カウンタKが下限値0に到達した場合に「0」にリセットされ、カウンタKがインクリメント/デクリメントされている状態では(K ≠ 0)、「1」に設定されている。

【0044】

続くステップ13において、カウンタKにカウントアップ値 α がインクリメン

トされる。このカウンタKは、図12のフェール判定ルーチンに示すように、フェールセーフを実行すべきか否かを判定するためのものである。弱逆光判定ルーチンにおけるカウンタKのインクリメントにより、カウンタKが上限値Klimに到達した場合には、ステップ30の判断を経て、フェールフラグNGが「1」がセットされる（ステップ31）。一方、カウンタKが下限値0に到達した場合には、ステップ30, 32の判断を経て、カウントフラグFcnt、フェールフラグNGが「0」にリセットされる（ステップ33, 34）。

【0045】

また、カウンタKが下限値0から上限値Klimの範囲内においては、ステップ30, 32の判断を経て、カウントフラグFcnt、フェールフラグNGの指示内容の変更を行うことなく処理を終了する。したがって、フェールセールにより車外監視制御が中断されている状態では（NG=「1」）、カウンタKがデクリメントされて下限値0に到達しない限り、車外監視制御は再開されない（フェールセーフは解除されない）。一方、車外監視制御が行われている状態では（NG=「0」）、カウンタKがインクリメントされて上限値Klimに到達しない限り、フェールセーフは行われない（車外監視制御が継続される）。

【0046】

このように、フェールセーフの介入条件を具備するような走行状況になった場合には、カウンタKのインクリメントが開始される。そして、このような走行状況が所定時間（この時間は上限値Klimとカウントアップ量 α によって決定される）継続した場合に、フェールフラグNGが「1」にセットされ、フェールセーフの実行が指示される。これにより、車外監視制御が一時的に中断されるため、弱逆光状況下における監視制御の信頼性低下を防止することができる。

【0047】

なお、カウントアップ量 α の値は、図13に示すカウントアップ量設定ルーチンにより決定され、具体的には、距離分散と左右カメラの輝度差とに応じて設定される（ステップ20）。一般に、逆光状況では、カメラに直接太陽光が入っているため、算出距離のばらつきが正常状況時よりも大きくなる傾向がある。そこで、画像の所定エリア（例えば、画像の垂直方向に延在するエリア）内における

距離分散を求め、この分散が大きい場合にはカウントアップ量 α を大きく設定する。また、逆光状況では、正常状況時よりも左右のカメラの輝度差が大きくなる傾向があるため、カウントアップ量 α を大きく設定する。

【0048】

つぎに、フェールセーフの介入条件を具備しない場合、すなわち、図2に示したステップ1からステップ6までに規定された各条件を一つでも具備しない場合は、弱逆光状況ではないと判断される。この場合は、図3に示したステップ7に進み、カウントフラグFcntが「0」であるか否か、すなわち、カウンタKがインクリメント/デクリメントされている状態であるか否かが判断される。ステップ7において否定判定された場合（K=0）、それ以降の処理を行うことなく本ルーチンを終了する。

【0049】

このように、弱逆光が生じていない正常な走行状況であり、かつ、カウントKが下限値0に到達している場合、フェールフラグNGは「0」であるから、車外監視制御が継続される。

【0050】

一方、フェールセーフの介入条件を具備しないが、カウントKが下限値0でない場合、ステップ7における肯定判定を経て、ステップ8に進む。ステップ8からステップ10は、カウンタKのカウントアップまたはカウントダウンのどちらを行うかを判定するフェールセーフの解除条件を規定しており、この解除条件を具備する場合にはカウントダウンが行われ、解除条件を具備しない場合にはカウントアップが行われる。なお、この解除条件は上述した介入条件と比べて緩和された条件となっている。その理由は、フェールセーフの解除条件を介入条件よりも緩和することで、先行車のロストと捕捉とが繰り返される状況下におけるフェールセーフのハンチングの発生を防止するためである。

【0051】

フェールセーフの解除条件として、まず、シャッタースピードaが $3000[\mu\text{sec}]$ 以下であるか否かが判断される（ステップ8）。このステップ8において否定判定された場合、すなわち、フェールセーフの解除条件を具備する場合には、ス

ステップ11に進み、カウンタKからカウントダウン値βがデクリメントされる。

【0052】

一方、ステップ8において肯定判定された場合は、ステップ9に進み、上述した輝度和分散VARが判定値以上であるか否かが判断される。強い逆光状況では、スミヤまたは逆光円により画像に輝度飽和部分が出現する反面、暗転する部分も出現する。そのため、逆光状況では輝度和分散VARは大きくなる傾向がある。しかしながら、輝度和分散VARは、このような逆光状況時のみ大きくなるわけではない。例えば、太陽光の強い快晴時には、日の当たっている部分と日陰とのコントラストが強くなるため、輝度和分散VARが大きくなる傾向にある。特に、道路面上にガードレールや街路樹等の陰がある場合、輝度和分散VARは大きくなりやすい。このような傾向から、正規化輝度和分散VAR'よりも弱逆光との関連性が低い輝度和分散VARを用い、フェールセーフの解除条件を介入条件よりも緩和することにより、上述したハンチングの発生を防止する。このステップ9において肯定判定された場合、すなわち、フェールセーフの解除条件を具備しない場合には、ステップ13に進み、カウンタKのカウントアップが行われる。

【0053】

一方、ステップ9において否定判定された場合は、さらに、白線信頼度が低いか否かが判断される（ステップ10）。弱逆光状況であっても、道路面部分は正常に映し出されており、白線（車線）認識の信頼性はそれほど低下していないことも多い。そこで、白線認識の信頼性をフェールセーフの解除条件とすることにより、上述したハンチングの発生を防止することができる。白線の信頼性が低下している場合には、ステップ13に進み、カウンタKのカウントアップが行われる。これに対して、白線の信頼性が低下していない場合、すなわち、フェールセーフの解除条件を具備する場合には、ステップ11に進み、カウンタKのカウントダウンが行われる。

【0054】

なお、白線の信頼性の算出手法については、本出願人の先願である特願平11-269578号公報に開示されている。概略的には、ある撮像画像から検出さ

れた白線の信頼性は、その白線に起因した輝度エッジ数、従前の撮像画像において検出された白線位置との関係（連續性）、左右の白線の平行性等に基づいて算出される。基本的には、輝度エッジ数が多いほど、従前の白線位置との連續性が高いほど、または、検出された左右の白線が平行であるほど、白線の信頼性は高くなる。

【0055】

以上の説明から分かるように、フェールセーフの解除条件（カウンタKのカウントダウン条件）をまとめると以下のようになる。

【解除条件】

1. シャッタースピードaが $3000[\mu\text{sec}]$ よりも大きいこと
2. シャッタースピードaが $3000[\mu\text{sec}]$ 以下の場合には、輝度和分散VARが判定値よりも小さく、かつ、白線信頼度が低くないこと

【0056】

このように、本実施形態では、輝度分布特性パラメータ、輝度エッジ数、上下の輝度飽和率、輝度モーメント等をモニタリングし、これらのパラメータに基づき、弱逆光状況の検出を行っている。これにより、弱逆光状況においてフェールセーフを適切に行うことができるため、車外監視装置の安全性をより高い次元で確保することが可能となる。

【0057】

特に、本実施形態では、画像を分割して画像の垂直方向に延在する長方形状（縦短冊状）の監視領域を複数設定し、画像の水平方向（横方向）の輝度分布特性値（輝度和分散VARや輝度和最大値Amax）を求め、この値をシャッタースピードaにより正規化している。これにより、弱逆光との関連性が高いパラメータ（正規化輝度和分散VAR'や正規化輝度和最大値Amax'）を得ることができる。そして、このような正規化されたパラメータVAR'、Amax'を用いてフェールセーフの介入条件を設定すれば、正規化していない輝度分布特性パラメータVAR、Amaxを用いる場合よりも、弱逆光状況の検出精度の向上を図ることができる。

【0058】

また、上述したように、フェールセーフの解除条件を、弱逆光状況の特徴を忠実に規定した介入条件よりも緩やかな条件（弱逆光以外の状況も含みうる条件）に設定している。これにより、先行車等のロストと捕捉とが繰り返される状況下におけるフェールセーフのハンチングの発生を抑制できるため、ドライバーに違和感を与えるような車両制御や警報を防止することができる。

【0059】

特に、本実施形態では、フェールセーフの介入条件として正規化された輝度分布特性値 VAR' 、 A_{max}' を用いているのに対して、フェールセーフの解除条件では、別個のパラメータである輝度分布特性値 VAR 、 A_{max} （正規化されていない）を用いている。また、フェールセーフの解除条件で用いられている白線信頼度は、フェールセーフの介入条件では用いられていない。このように、フェールセーフの介入条件と解除条件とで異なるパラメータを用いれば、同一パラメータの判定値を変えるといった一般的な手法と比べて、実際の走行状況に的確に合致するような条件設定をフレキシブルに行うことができる。

【0060】

さらに、本実施形態では、左右カメラの輝度差や算出距離の分散等を考慮して、カウントアップ量 α の値を調整している。これにより、フェールセーフの介入条件を具備した時点からフェールセーフ実行までの判定継続時間を可変に設定することができるので、実際の状況に応じた判定継続時間でフェールセーフを行うことができる。

【0061】

なお、本実施形態では、フェールセーフを行う状況として、画像に逆光円が生じている弱逆光状況を例に説明した。弱逆光状況は、本発明に係る検出手法を適用することにより最も有効に検出し得る典型例であるが、それ以外の光学的な影響を受けた画像（例えば、スミアの発生等）に適用することも可能である。

【0062】

【発明の効果】

このように、本発明では、光学的な影響などによって、撮像された画像に異常が生じた場合であっても、そのような画像異常を正確に検出することができる。

したがって、撮像画像に異常が生じたとしても、それに的確に応答してフェールセーフを行えるため、車外監視装置の安全性をより高い次元で確保することが可能となる。

【0063】

また、フェールセーフの介入条件と解除条件とで異なるパラメータを用いることにより、実際の状況に的確に合致するような条件設定をフレキシブルに行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係る車外監視装置のブロック図

【図2】弱逆光判定ルーチンのフローチャート

【図3】弱逆光判定ルーチンのフローチャート

【図4】上部エリアおよび下部エリアの説明図

【図5】先行車エリアの説明図

【図6】監視エリアの説明図

【図7】輝度分布特性パラメータの計測特性図

【図8】正規化された輝度分布特性パラメータの特性図

【図9】通常状況における輝度和の分布特性図

【図10】弱逆光状況における輝度和の分布特性図

【図11】輝度重心の説明図

【図12】フェール判定ルーチンのフローチャート

【図13】カウントアップ量設定ルーチンのフローチャート

【図14】正常な画像の一例を示した図

【図15】逆光円が発生した異常画像の一例を示した図

【図16】逆光円により誤った距離情報を含む距離画像を示した図

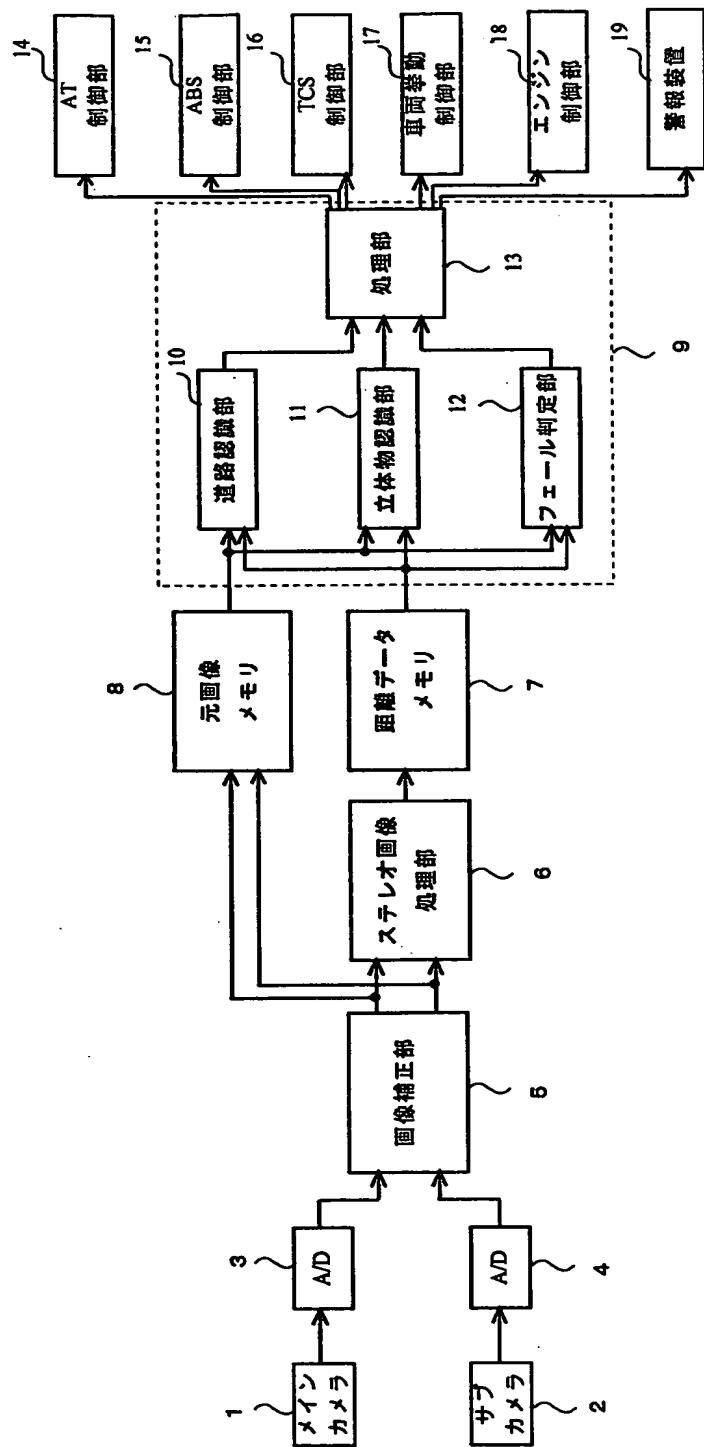
【符号の説明】

- | | |
|----------------|---------------|
| 1 メインカメラ、 | 2 サブカメラ、 |
| 3, 4 A/Dコンバータ、 | 5 画像補正部、 |
| 6 ステレオ画像処理部、 | 7 距離データメモリ、 |
| 8 元画像メモリ、 | 9 マイクロコンピュータ、 |

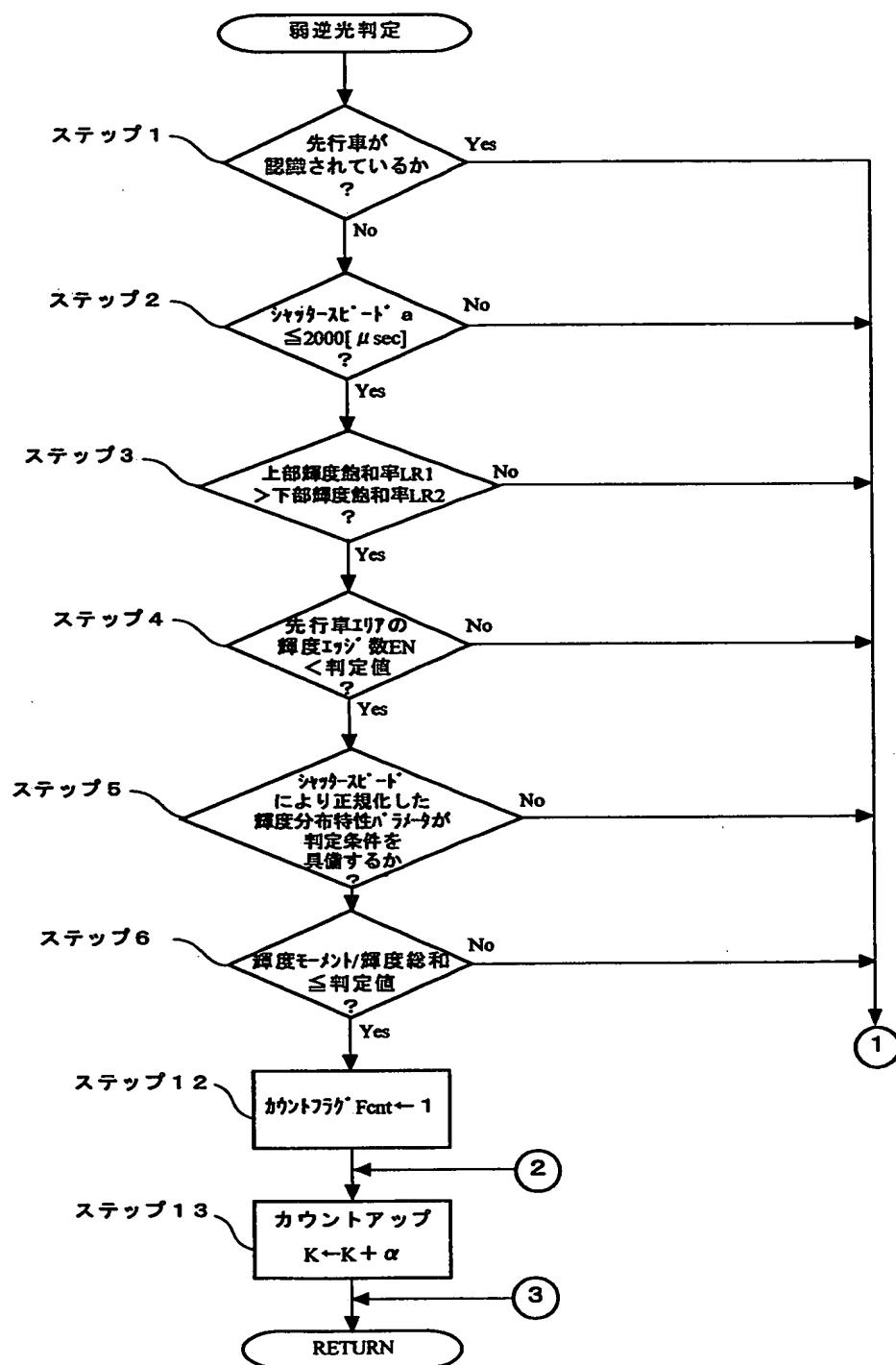
- | | |
|---------------|----------------|
| 10 道路認識部、 | 11 立体物認識部、 |
| 12 フェール判定部、 | 13 処理部、 |
| 14 A T 制御部、 | 15 A B S 制御部、 |
| 16 T C S 制御部、 | 17 トルクバランス制御部、 |
| 18 エンジン制御部、 | 19 警報装置 |

【書類名】 図面

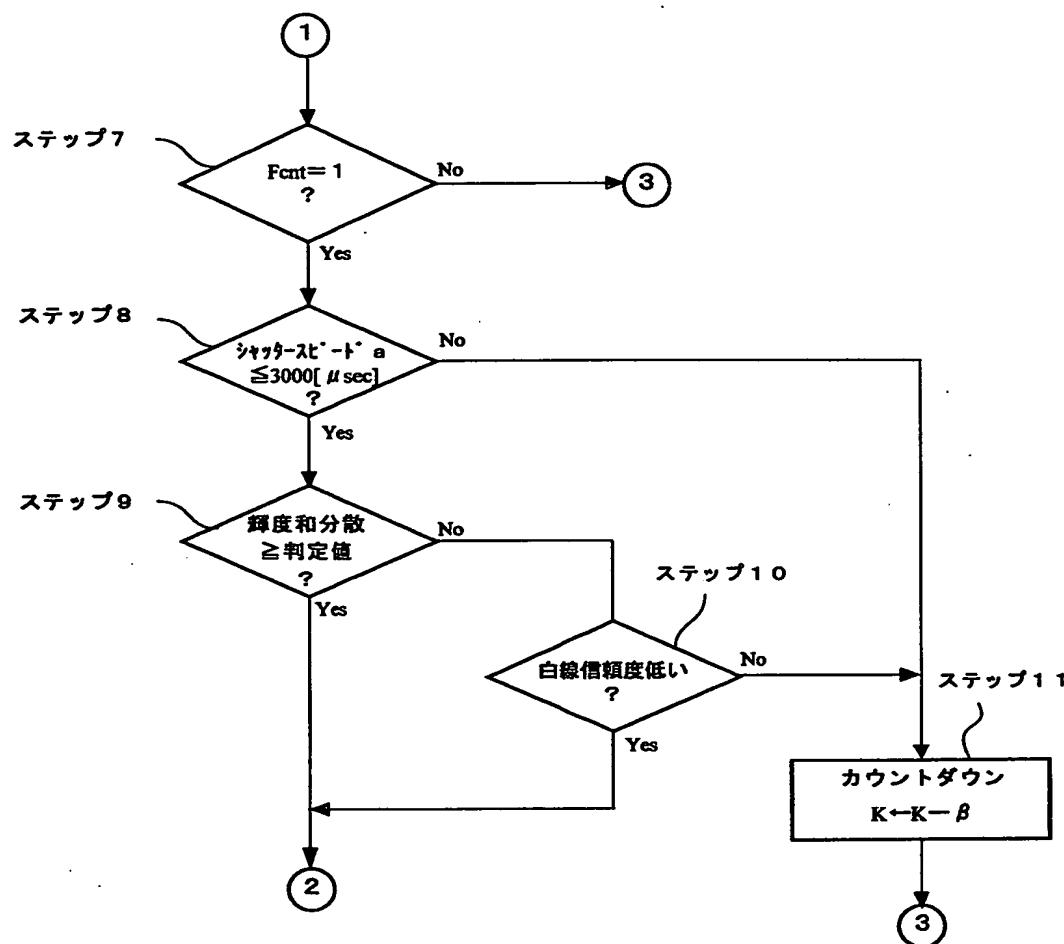
【図1】



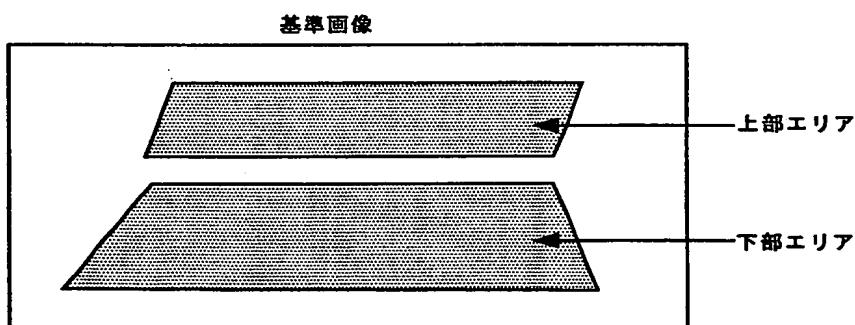
【図2】



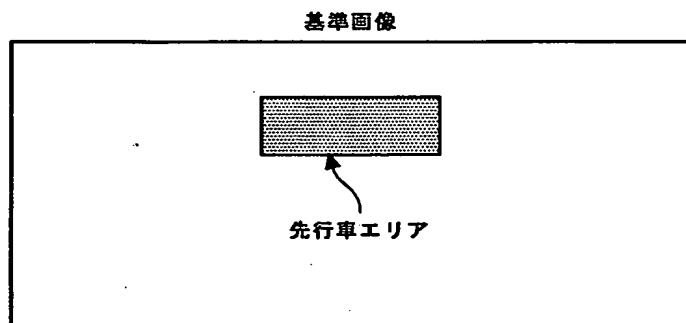
【図3】



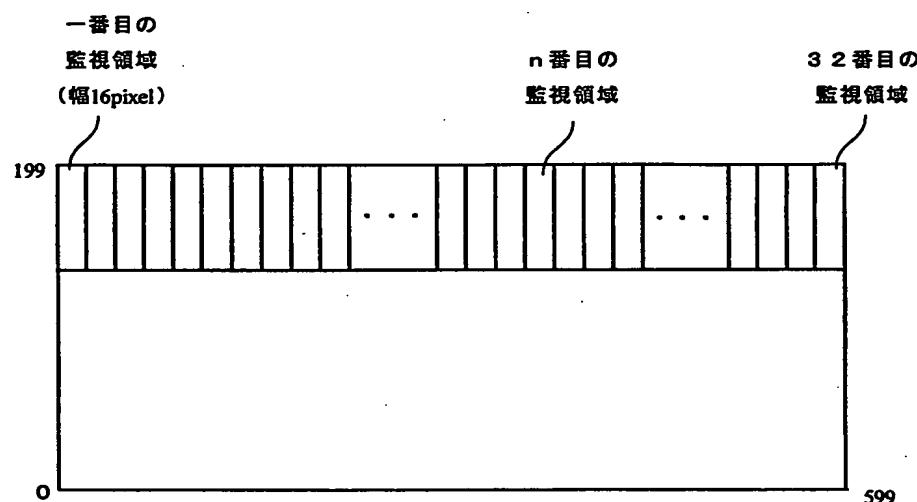
【図4】



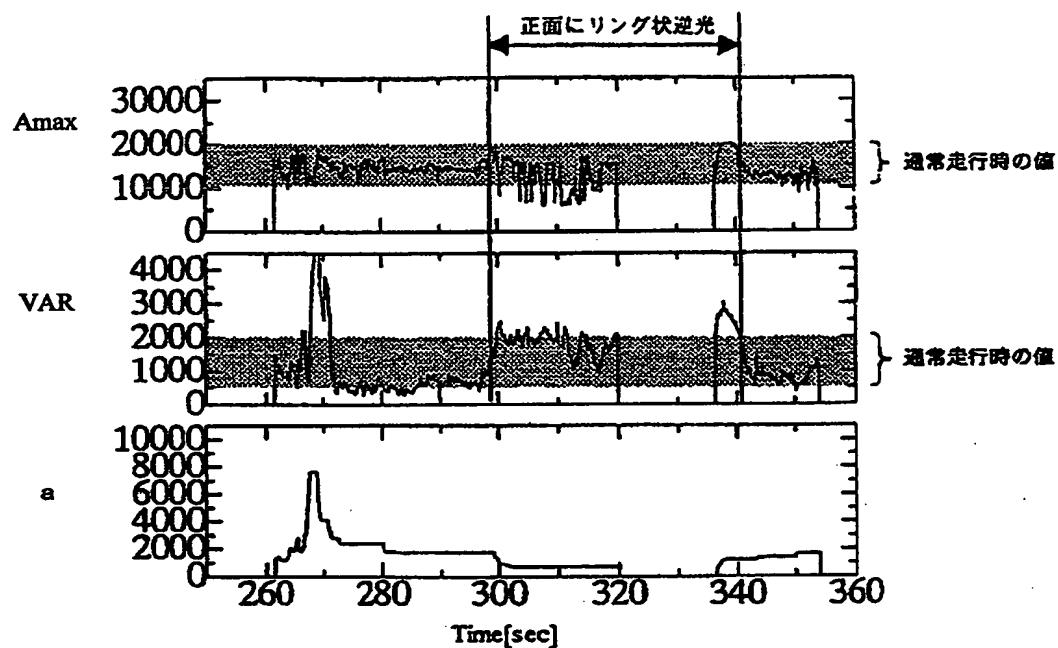
【図5】



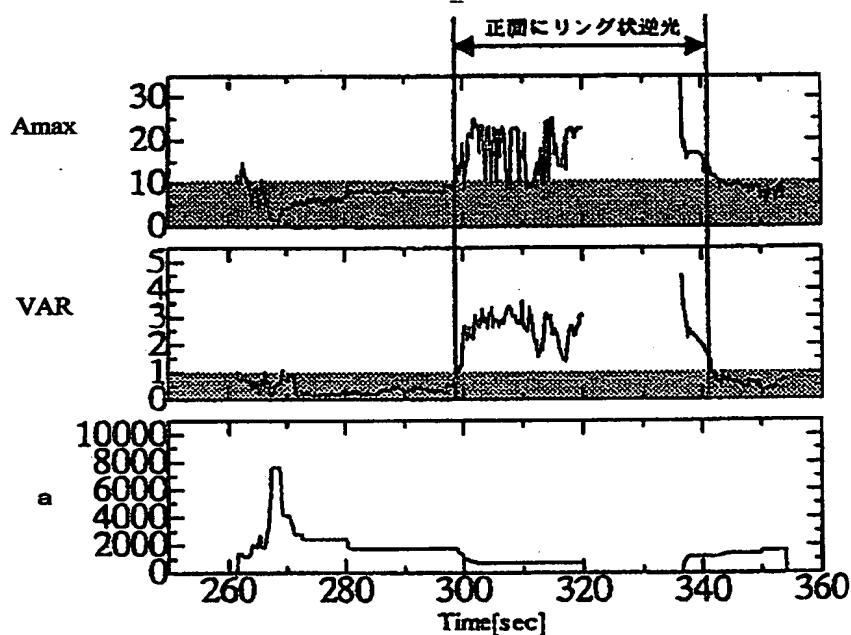
【図6】



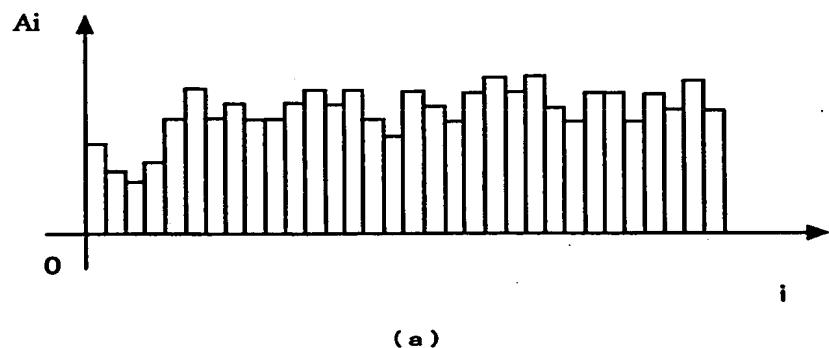
【図7】



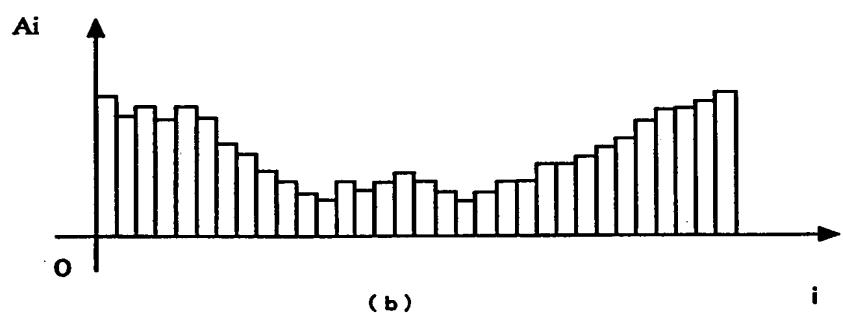
【図8】



【図9】

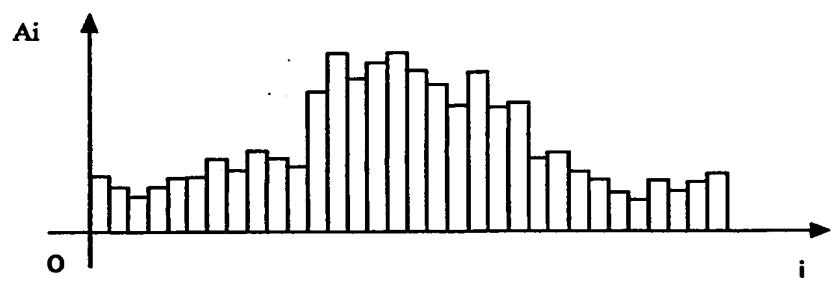


(a)

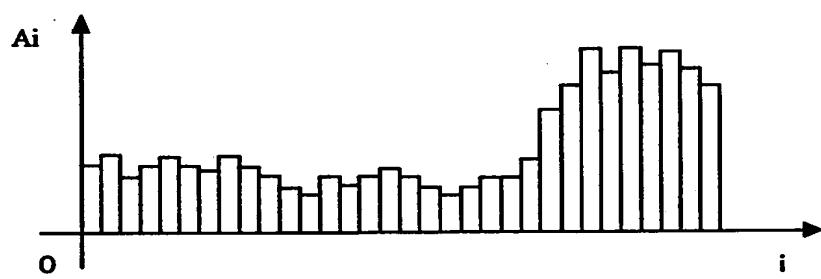


(b)

【図10】

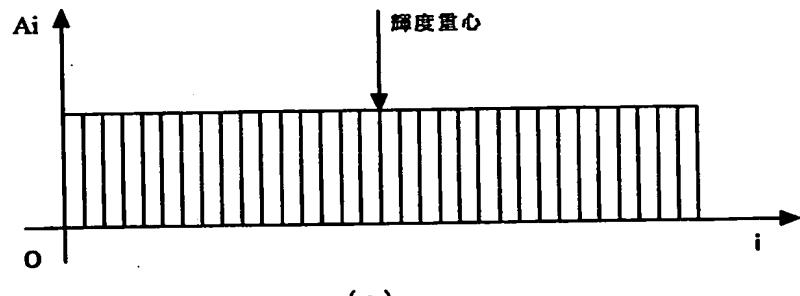


(a)

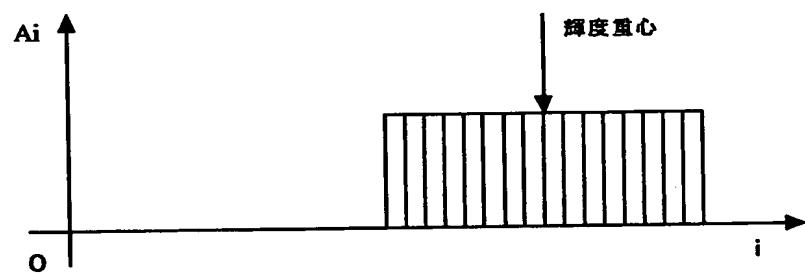


(b)

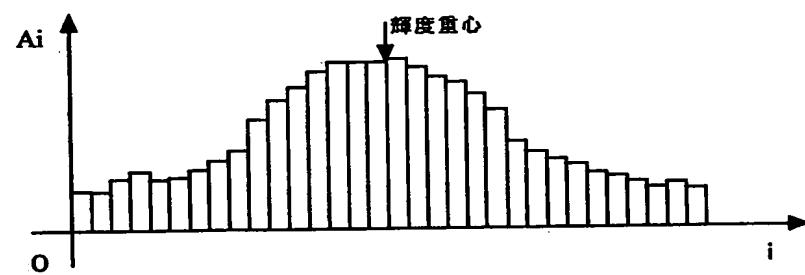
【図11】



(a)

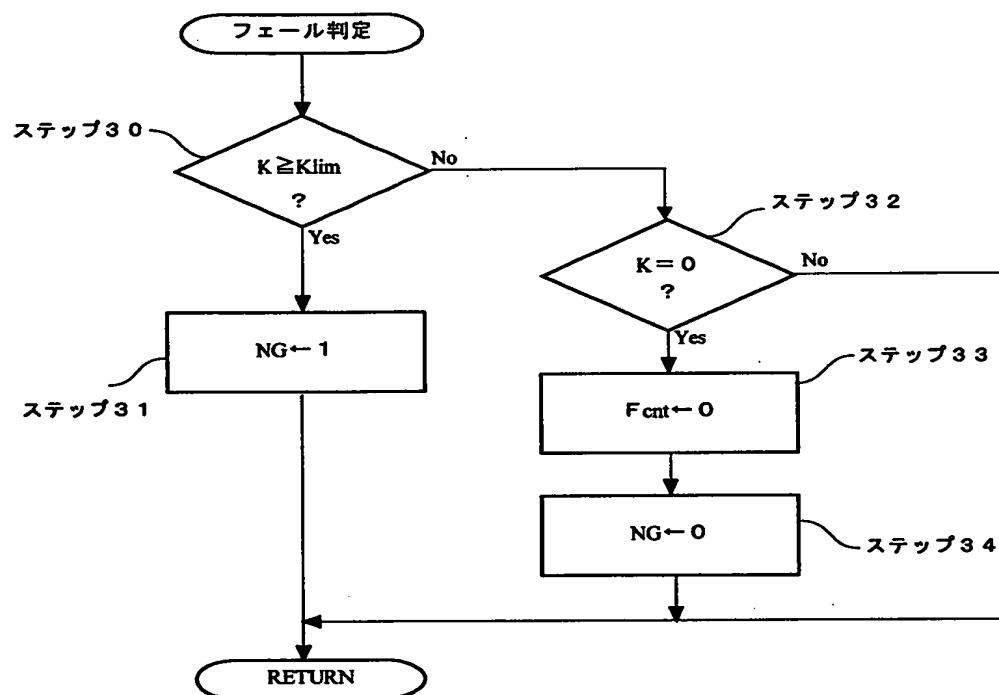


(b)

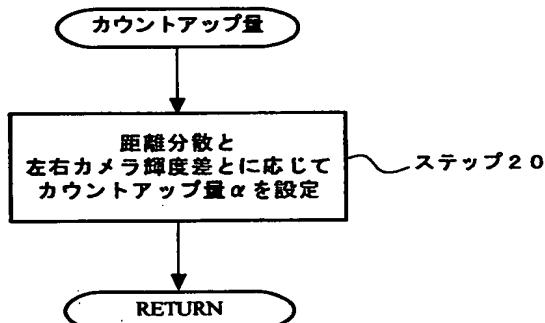


(c)

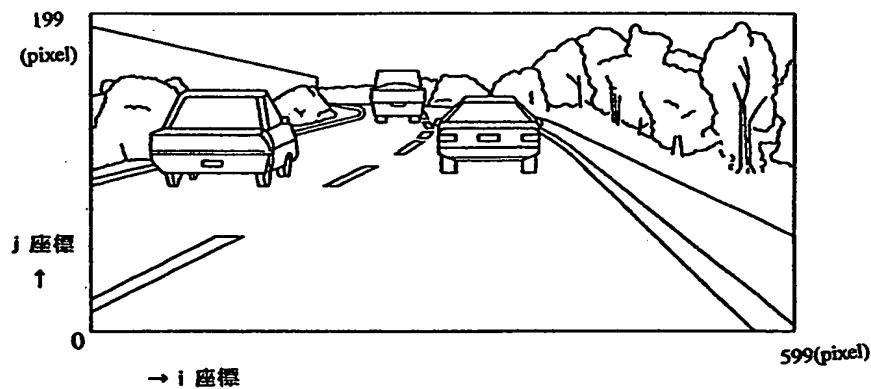
【図12】



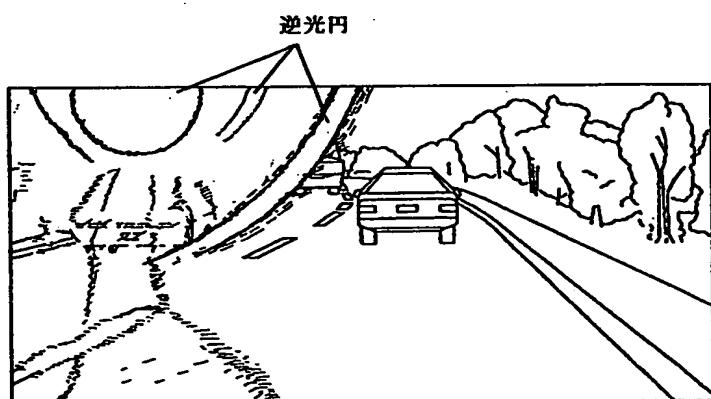
【図13】



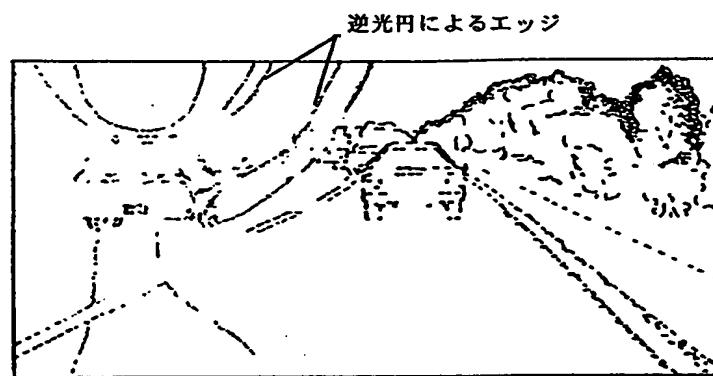
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フェールセーフに関するハンチングを防止して、フェール判定精度の向上を図ることである。

【解決手段】 撮像画像のフェールと判定された状態が所定期間継続された場合にフェールセーフを行う車外監視装置において、撮像画像の状態がフェールセーフの介入条件を具備した時点から所定時間内にフェールセーフの解除条件を具備したときにフェール判定を解除する。フェールセーフの解除条件としては、フェールセーフの介入条件のパラメータ群とは異なるパラメータを用いる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005348]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

氏 名 富士重工業株式会社